



Express Mail No.: EV 346 810 997 US

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of: Olivier RAYSSAC et al.

Confirmation No.: 1187

Application No: 10/775,917

Group Art Unit: 2812

Filing Date: February 9, 2004

Examiner:

For: METHOD FOR OBTAINING A SELF-SUPPORTED SEMICONDUCTOR THIN FILM FOR ELECTRONIC CIRCUITS

Atty. Docket No.: 4717-13100

SUBMISSION OF CERTIFIED PRIORITY DOCUMENT

Mail Stop Missing Parts
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450

Sir:

Applicants have claimed priority under 35 U.S.C. § 119 of Application No. FR0110813 filed August 14, 2001 in France. In support of this claim, a certified copy of said application is submitted herewith.

No fee or certification is believed to be due for this submission. Should any fees be required, however, please charge such fees to Winston & Strawn LLP Deposit Account No. 50-1814.

Respectfully submitted,

Date: 5/18/04


Allan A. Fanucci (Reg. No. 30,256)

WINSTON & STRAWN LLP
CUSTOMER NO. 28765
(212) 294-3311

Enclosures

NY:864817.1

THIS PAGE BLANK (USPTO)



BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 19 MARS 2004

Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'M. Planché', enclosed within a large, loopy oval stroke.

Martine PLANCHE

**INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE**

SIEGE
26 bis, rue de Saint Petersburg
75800 PARIS cedex 08
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23
www.inpi.fr

THIS PAGE BLANK (USPTO)



26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 94 86 54

BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



N° 11354*01

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 1/2

Important Remplir impérativement la 2ème page.

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 540 W / 190600

REMISE DES PIÈCES DATE 14 AOUT 2001 LIEU 35 INPI RENNES N° D'ENREGISTREMENT 0110813 NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE 14 AOUT 2001 PAR L'INPI		1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE CABINET REGIMBEAU 11, rue Franz Heller Centre d'Affaires Patton CS 50605 35706 RENNES CEDEX 7	
Vos références pour ce dossier (facultatif) 239 245/D.19 594 R			
Confirmation d'un dépôt par télécopie <input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie			
2 NATURE DE LA DEMANDE		Cochez l'une des 4 cases suivantes	
Demande de brevet		<input checked="" type="checkbox"/>	
Demande de certificat d'utilité		<input type="checkbox"/>	
Demande divisionnaire		<input type="checkbox"/>	
<i>Demande de brevet initiale</i> N° _____ Date ____/____/____ <i>ou demande de certificat d'utilité initiale</i> N° _____ Date ____/____/____			
Transformation d'une demande de brevet européen <i>Demande de brevet initiale</i> N° _____ Date ____/____/____			
3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) Procédé d'obtention d'une couche mince d'un matériau semi-conducteur supportant au moins un composant et/ou circuit électronique.			
4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE		Pays ou organisation _____ N° _____ Date ____/____/____ Pays ou organisation _____ N° _____ Date ____/____/____ Pays ou organisation _____ N° _____ Date ____/____/____ <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
5 DEMANDEUR		<input type="checkbox"/> S'il y a d'autres demandeurs, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
Nom ou dénomination sociale		S.O.I.TEC SILICON ON INSULATOR TECHNOLOGIES	
Prénoms			
Forme juridique		SOCIETE ANONYME	
N° SIREN		3 8 4 7 1 1 9 0 9	
Code APE-NAF			
Adresse	Rue	Parc Technologique des Fontaines Chemin des Franques	
	Code postal et ville	38190	BERNIN
Pays		FRANCE	
Nationalité		Française	
N° de téléphone (facultatif)			
N° de télécopie (facultatif)			
Adresse électronique (facultatif)			

BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 2/2



REMISE DES PIÈCES DATE 14 AOUT 2001 LIEU 35 INPI RENNES N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI 0110813		Réservé à l'INPI		DB 540 W / 190600
Vos références pour ce dossier : <i>(facultatif)</i>		239 245/D.19 594 R		
6 MANDATAIRE				
Nom		BRANGER		
Prénom		Jean-Yves		
Cabinet ou Société		Cabinet REGIMBEAU		
N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel				
Adresse	Rue	11, rue Franz Heller		
	Code postal et ville	35700	RENNES	
N° de téléphone <i>(facultatif)</i>		02 99 63 25 22		
N° de télécopie <i>(facultatif)</i>		02 99 63 03 22		
Adresse électronique <i>(facultatif)</i>				
7 INVENTEUR (S)				
Les inventeurs sont les demandeurs		<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non Dans ce cas fournir une désignation d'inventeur(s) séparée		
8 RAPPORT DE RECHERCHE				
Établissement immédiat ou établissement différé		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		
Païement échelonné de la redevance		Païement en deux versements, uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non		
9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES				
Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention <i>(joindre un avis de non-imposition)</i> <input type="checkbox"/> Requête antérieurement à ce dépôt <i>(joindre une copie de la décision d'admission pour cette invention ou indiquer sa référence) :</i>				
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes				
10 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire) Jean-Yves BRANGER Mandataire/CPI brevet n° 92-4010			VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI	

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés s'applique aux réponses faites à ce formulaire. Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour les données vous concernant auprès de l'INPI.

La présente invention concerne un procédé d'obtention d'une couche mince d'un matériau semi-conducteur, supportant au moins un composant et/ou circuit électronique.

5 Dans certains domaines de l'électronique, de l'optique, de l'opto-électronique ou des capteurs, les évolutions techniques poussent les constructeurs à fabriquer des couches minces munies de composants et de circuits électroniques, de plus en plus fines.

10 En particulier dans le domaine des cartes à puces, il est souhaitable que celles-ci soient de plus en plus fines et donc flexibles, car elles seront alors plus tolérantes à la déformation. En d'autres termes, à déformation constante, plus la couche mince est flexible et plus il devient possible de réaliser des circuits, de grande dimension.

15 Dans certaines applications du type radio fréquence, un circuit intégré porté par la face avant d'une plaquette constituée d'un substrat de type silicium sur isolant (connu sous la marque déposée SOI) est couplé à une antenne, en vue d'obtenir la détection sans contact. A titre d'exemple, on peut citer un ticket de bus ou de métro permettant de valider le passage d'une personne, à distance d'une borne émettrice-réceptrice.

20 L'avantage de l'utilisation d'un substrat du type silicium sur isolant est que la puissance consommée par le composant déposé sur sa surface est largement plus faible que celle des composants réalisés sur une couche de silicium. A puissance égale, on obtient ainsi une augmentation de la distance de fonctionnement.

25 En couplant les avantages apportés par les composants réalisés sur un substrat silicium sur isolant, avec l'emploi de couches actives les plus fines possibles, il est possible d'obtenir un produit - par exemple un ticket - dont le champ d'action est accru et dont la résistance mécanique aux contraintes extérieures est très fortement améliorée.

30 Actuellement, l'épaisseur des couches minces avant "l'encartage", (c'est-à-dire la fixation de la puce sur la carte plastifiée lui servant de support) est de l'ordre d'une centaine de micromètres.

La technique utilisée pour obtenir cette gamme d'épaisseur consiste à effectuer une opération d'amincissement sur la face arrière d'un substrat, c'est-à-dire

la face opposée à celle supportant les composants électroniques. Cet amincissement est réalisé par abrasion mécanique à l'aide d'une ponceuse (technique connue sous le terme anglais de "grinding") et/ou par attaque chimique à l'acide (dont l'une des techniques est connue sous le terme anglais de "spin-etching"). On obtient ainsi des
5 couches minces d'une épaisseur comprise entre 80 et 120 μm . Cette technique permet de réaliser une production à fort volume.

Diverses tentatives ont déjà été faites pour obtenir des couches minces présentant une épaisseur finale inférieure à 100 μm . Toutefois, les
10 fabricants se sont heurtés à des problèmes de rendement, du fait du nombre élevé de pièces défectueuses obtenues, notamment du fait des ébréchures ou du clivage des plaques. Or, le domaine des cartes à puce est l'un des domaines de l'électronique pour lequel les coûts doivent être les plus bas possible, et de ce fait, des pertes de rendement de quelques pour-cent, voire même de quelques dixièmes de pour-cent ne peuvent être tolérées.

15 Cependant, compte tenu de l'évolution prévisible des cartes à puce dans les années à venir, il serait souhaitable d'obtenir des plaquettes amincies, d'une épaisseur voisine de 20 μm , voire même inférieure, (voir J. Müller, Semiconductor International, p. 191, juillet 2000).

On connaît déjà d'après l'art antérieur, des procédés permettant
20 d'obtenir des couches minces d'une épaisseur voisine de quelques dizaines de micromètres.

Ainsi, le document EP 0849788 décrit un procédé de fabrication d'un article semi-conducteur, selon lequel on rend poreuse la surface d'un substrat en silicium monocristallin, puis on fait croître par épitaxie, sur cette couche poreuse,
25 une couche de silicium non poreux de l'épaisseur de la couche active désirée. On obtient ainsi une couche poreuse, donc fragilisée, enterrée entre deux couches de silicium non poreux. On peut ensuite traiter la couche superficielle active de silicium pour y déposer des couches supplémentaires, par exemple des couches dopées, puis on applique un film adhésif sur cet empilement de couches. Enfin,
30 après arrachement de ce film adhésif et rupture de l'empilement de couches au niveau de la couche poreuse, puis élimination ultérieure du reste de cette couche poreuse, il devient possible de réaliser des composants électroniques sur la couche active de silicium.

Malheureusement, ce procédé se heurte à des problèmes liés à la
35 qualité de la couche cristalline de silicium formée sur la couche poreuse et à la réalisation de la couche de silicium poreux. En effet, cette dernière nécessite des

équipements non conventionnels et induit une possibilité de contamination métallique.

De plus, ce procédé nécessite la fabrication d'un substrat spécifique, avant de réaliser les composants électroniques, ce qui peut nécessiter de modifier de manière significative le procédé de réalisation des composants. Or, ceci n'est en
5 général pas souhaitable pour des raisons de coût.

On connaît également d'autres techniques d'obtention de couches minces, basées sur le procédé connu sous la marque déposée "Smart-cut". Un des modes de réalisation de ce procédé est divulgué dans le document FR 2 681 472
10 auquel on pourra se référer.

Ce procédé comprend les étapes consistant à soumettre un substrat constitué d'un matériau semi-conducteur, à une implantation d'espèces gazeuses par bombardement ionique, en vue de créer à une profondeur voisine de la profondeur d'implantation des ions, une couche de microbulles gazeuses fragilisant ledit
15 substrat ; à appliquer ensuite un raidisseur sur la surface de la plaquette ainsi traitée ; et enfin, à effectuer la séparation de la couche mince ainsi formée, du reste du substrat, au niveau de la zone fragilisée. Cette couche mince est ainsi reportée sur un support.

Dans toutes ces techniques d'obtention de couches minces, on effectue l'implantation des espèces gazeuses sur la face avant du substrat ou de la
20 plaquette, c'est-à-dire la face portant, ou destinée à porter, les composants électroniques.

Ainsi, le document FR 2 747 506 divulgue un procédé d'implantation ionique générant des microbulles gazeuses sur la face avant du substrat, après la
25 fabrication des composants électroniques.

Toutefois, l'implantation d'ions à travers les couches électriquement actives constituant les composants électroniques peut créer des défauts qui rendent ces composants inutilisables.

Le document FR 2 758 907 prétend résoudre ce problème en utilisant un masquage des zones actives sensibles et en réalisant ainsi une couche fragilisée
30 discontinue. Toutefois, ce procédé reste délicat à mettre en œuvre.

Enfin, le document FR 2 748 851 offre une autre solution au problème précité du dysfonctionnement des composants électroniques. Le procédé qu'il divulgue consiste à réaliser l'implantation ionique sur la face avant d'un
35 substrat, antérieurement à la fabrication des composants électroniques sur cette

même face, puis à effectuer seulement ultérieurement la séparation de la couche mince.

Ce procédé nécessite toutefois la réalisation d'un substrat spécifique avant de réaliser les composants électroniques, ce qui peut nécessiter de modifier de manière significative le procédé de fabrication de ces composants. Ceci n'est en
5 général pas souhaitable pour des raisons de coût.

L'invention a pour but de résoudre les problèmes précités et de permettre l'obtention d'une couche extrêmement mince portant des composants et/ou des circuits électroniques, c'est-à-dire une couche dont l'épaisseur est
10 inférieure à 20 μm , voire même voisine de quelques centaines d'angströms à quelques micromètres.

A cet effet, l'invention concerne un procédé d'obtention d'une couche mince d'un matériau semi-conducteur, supportant au moins un composant et/ou circuit électronique sur l'une de ses faces, à partir d'une plaquette dudit matériau
15 semi-conducteur, cette plaquette présentant une première face, dite "face avant", supportant – ou destinée à supporter – au moins un composant et/ou circuit électronique et une deuxième face opposée, dite "face arrière".

Conformément à l'invention, ce procédé comprend les étapes consistant à :

20 a) implanter des espèces atomiques à l'intérieur de ladite plaquette, depuis sa face arrière de façon à obtenir une zone de fragilisation à une profondeur voisine de la profondeur moyenne d'implantation desdites espèces atomiques, cette zone de fragilisation délimitant une partie avant s'étendant de ladite face avant à
ladite zone de fragilisation et une partie arrière formée du reste de la plaquette,

25 b) retirer ladite partie arrière de la plaquette, la partie avant obtenue constituant ladite couche mince,

c) répéter, si nécessaire, les étapes a) et b) sur la face arrière de ladite couche mince jusqu'à ce que celle-ci présente l'épaisseur désirée.

Grâce à ces caractéristiques de l'invention, il devient possible
30 d'obtenir des couches minces avec des rendements élevés difficilement susceptibles d'être obtenus par les techniques de l'art antérieur et sans avoir à modifier le procédé de fabrication des composants électroniques ou à réaliser une plaquette spécifique comme cela était souvent le cas dans l'art antérieur.

Selon d'autres caractéristiques avantageuses mais non limitatives de
35 l'invention, prises seules ou en combinaison :

- le procédé consiste avant la toute première étape a) à amincir ladite plaquette par un procédé d'amincissement mécanique et/ou chimique réalisé sur sa face arrière ;
- il consiste à réaliser au moins un composant et/ou circuit électronique sur la face avant de ladite plaquette, avant toute étape ultérieure ;
- l'étape d'implantation d'espèces atomiques est une implantation d'espèces gazeuses ;
 - l'espèce gazeuse implantée est de l'hydrogène ;
 - l'implantation d'espèces atomique est effectuée par bombardement ionique ;
- la partie arrière se présente sous la forme d'une couche monobloc de matériau ;
- la partie arrière se présente sous la forme d'une pluralité de copeaux de matière ;
- l'étape de retrait de la partie arrière est effectuée par application d'un traitement thermique et/ou de contraintes mécaniques extérieures ;
- l'étape de retrait de la partie arrière est effectuée par brossage ;
- l'étape de retrait de la partie arrière est effectuée par soufflage d'un jet de fluide ;
- l'étape de retrait de la partie arrière est effectuée par application d'un raidisseur sur la face arrière de ladite plaquette, puis application d'un traitement thermique et/ou de contraintes mécaniques extérieures sur ce raidisseur ;
 - on applique un raidisseur sur la face avant de ladite plaquette ;
 - le raidisseur est appliqué avant le retrait de la partie arrière ;
- le raidisseur est appliqué par dépôt ;
- le raidisseur est une couche d'oxyde de silicium ;
- le raidisseur est une plaque rigide ;
- la plaque rigide est en silicium monocristallin ou polycristallin ;
- la plaque rigide est en verre ;
- le raidisseur est un film souple ;
- le raidisseur est un film adhésif ;
- le raidisseur est une couche de cire ;
- le raidisseur est appliqué sur la face avant de manière définitive ;
- le raidisseur est appliqué sur la face avant de manière provisoire ;
- la plaquette est en silicium ;
- la plaquette est une plaquette de silicium sur isolant ;

- la plaquette est réalisée dans un matériau choisi parmi le germanium, un alliage de silicium et de germanium (Si-Ge), le carbure de silicium, l'arséniure de gallium, le phosphure d'indium (InP), le nitrure de gallium (GaN) ou le nitrure d'aluminium (AlN).

5 D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description suivante de trois modes de réalisation préférés de l'invention, donnés à titre d'exemples illustratifs mais non limitatifs. Cette description est établie en faisant référence aux dessins joints dans lesquels :

- les figures 1 à 6 sont des schémas illustrant les différentes étapes successives d'un premier mode de réalisation du procédé selon l'invention ;
- les figures 7 à 12 sont des schémas illustrant les différentes étapes successives d'un deuxième mode de réalisation du procédé selon l'invention, et
- les figures 13 à 17 sont des schémas illustrant les étapes successives d'un troisième mode de réalisation du procédé selon l'invention.

15 On notera que dans les trois modes de réalisation du procédé selon l'invention qui sont décrits, les deux premières étapes (illustrées respectivement sur les figures 1 et 2 pour le premier mode, 7 et 8 pour le deuxième mode et 13 et 14 pour le troisième mode) sont identiques. En conséquence, elles ne seront décrites en détail que pour le premier mode de réalisation.

20 La figure 1 illustre une plaquette 1 présentant une première face plane 2, dite "face avant", supportant –ou destinée à supporter– au moins un composant et/ou circuit électronique 3 et une deuxième face plane opposée 4, dite "face arrière".

25 Par composant et/ou circuit électronique, on entend toute structure ou élément de structure, réalisée de manière complète ou partielle, élaborée dans le but de réaliser des composants, circuits et dispositifs dans les domaines de l'électronique, de l'optique, de l'opto-électronique ou des capteurs, et de manière plus générale dans les domaines d'applications liées aux semi-conducteurs.

30 L'expression "supportant – ou destinée à supporter – au moins un composant et/ou un circuit électronique" signifie que soit lesdits composant(s) et/ou circuit(s) sont déjà réalisés sur la face avant 2 de ladite plaquette 1 avant de commencer les étapes du procédé selon l'invention, soit qu'ils seront réalisés ultérieurement, mais toutefois sur ladite face avant 2, alors que toutes les autres étapes du procédé selon l'invention seront réalisées sur la face opposée, dite "face
35 arrière".

Dans la suite de la description, et comme représenté sur les figures, les composants et/ou circuits 3 seront réalisés sur la plaquette avant le déroulement du procédé selon l'invention.

On notera que dans les procédés de l'art antérieur où les composants 3 sont réalisés après l'amincissement, ce dernier a été réalisé sur la face avant 2.

La plaquette 1 est réalisée dans un matériau semi-conducteur, celui-ci pouvant être monocristallin, polycristallin ou amorphe, notamment un matériau à base de silicium.

Ce silicium peut être massif ou être obtenu par épitaxie sur un substrat.

Cette plaquette 1 peut également être une plaquette de "silicium sur isolant", c'est à dire comprenant une fine couche d'isolant (par exemple d'oxyde de silicium), insérée entre une couche de silicium actif sur laquelle est gravée le circuit électronique et un substrat servant de support mécanique.

Selon une variante, cette plaquette 1 peut également être réalisée dans un matériau choisi parmi le germanium, un alliage de silicium et de germanium (Si-Ge), le carbure de silicium, l'arséniure de gallium, le phosphate d'indium (InP), le nitrure de gallium (GaN) ou le nitrure d'aluminium (AlN).

Cette plaquette 1 présente une épaisseur de plusieurs centaines de micromètres, (à titre d'exemple, une plaquette de silicium de 200 mm de diamètre présente une épaisseur d'environ 725 μm). En conséquence, cette plaquette 1 n'est pas représentée à l'échelle sur la figure 1.

La face arrière 4 de cette plaquette 1 est ensuite amincie par l'un des procédés classiques précités, c'est-à-dire par abrasion mécanique et/ou attaque chimique à l'acide, comme symbolisé par la flèche A. On pourrait également utiliser l'amincissement par gravure plasma.

On obtient ainsi la plaquette amincie illustrée en figure 2 d'une épaisseur comprise entre 80 et 120 μm , voire même 40 à 50 μm .

La face arrière de cette plaquette amincie porte la référence 4'.

Cette étape est avantageuse en ce qu'elle permet d'enlever une grande quantité de matière à faible coût selon une technique bien connue de l'homme du métier et couramment employée. Toutefois, elle ne peut être poursuivie jusqu'à l'obtention de la couche mince de l'épaisseur désirée, car comme expliqué précédemment, on aboutit alors à une forte diminution de rendement.

En effet, la poursuite de ce procédé au delà des épaisseurs précitées de 40 à 50 μm augmente fortement le risque de rupture ou d'ébréchures des plaquettes.

Par ailleurs, l'épaisseur obtenue, notamment après une attaque chimique n'est plus homogène.

De plus, l'amincissement mécanique par ponçage laisse une zone superficielle de quelques microns d'épaisseur légèrement endommagée. Or lorsque l'on s'approche de l'épaisseur finale désirée, c'est à dire une épaisseur d'une vingtaine de micromètres, voire moins, ceci n'est pas acceptable.

Enfin, après une attaque chimique, la plaquette est généralement attaquée plus fortement à sa périphérie qu'en son centre. Lorsque l'on atteint de faibles épaisseurs, il s'en suit une diminution de diamètre et donc une diminution de la surface susceptible d'être occupée par les composants.

On notera toutefois que cette première étape d'amincissement mécanique et/ou chimique bien qu'avantageuse est facultative et que l'étape suivante d'implantation d'espèces atomiques pourrait être réalisée directement sur la face arrière 4 de la plaquette 1 non amincie.

La troisième étape du procédé illustrée sur la figure 3 consiste à implanter des espèces atomiques (flèches I) à l'intérieur de ladite plaquette 1, de façon à obtenir une zone de fragilisation 5 ou zone d'apparition de défauts, à une profondeur voisine de la profondeur moyenne d'implantation P desdites espèces atomiques.

Selon une caractéristique fondamentale de l'invention, cette implantation est effectuée depuis la face arrière 4' (ou 4 si la plaquette n'a pas été amincie au préalable), c'est à dire la face ne portant pas de composants électroniques.

Par implantation d'espèces atomiques, on entend tout bombardement d'espèces atomiques, moléculaires ou ioniques, susceptible d'introduire ces espèces dans un matériau, avec un maximum de concentration de ces espèces dans ce matériau, ce maximum étant situé à une profondeur déterminée par rapport à la surface bombardée. Les espèces atomiques moléculaires ou ioniques sont introduites dans le matériau avec une énergie également distribuée autour d'un maximum.

L'implantation des espèces atomiques dans le matériau peut être réalisée par exemple grâce à un implantateur par faisceau d'ions ou un implantateur par immersion dans un plasma.

De préférence, cette implantation est réalisée par bombardement ionique. Celui-ci consiste en une étape d'implantation ionique au cours de laquelle la face arrière de la plaquette 1 est bombardée par des espèces atomiques. De préférence, celle-ci sont choisies parmi les ions de gaz rares (du type hélium, néon, krypton, xénon) et de gaz hydrogène, pris isolément ou en combinaison, afin de créer dans le volume du substrat et à une profondeur moyenne de pénétration des ions, une couche de microcavités 5 séparant ladite plaquette en deux parties.

De préférence toutefois, les espèces atomiques implantées consistent en de l'hydrogène uniquement.

10 La zone de fragilisation 5 ainsi formée délimite une partie avant 6 correspondant à la partie supérieure de la plaquette 1 et s'étendant de la face avant 2 supportant les composants 3 jusqu'à ladite zone de fragilisation 5 et une partie arrière 7 formée du reste de ladite plaquette 1.

15 L'énergie des ions implantés permet de déterminer la profondeur moyenne **P** d'implantation des ions, calculée depuis la surface de la face arrière 4', tandis que la dose moyenne implantée permet de déterminer la quantité de défauts de structure formés à cette profondeur **P**. L'homme du métier ajustera ces deux paramètres en conséquence. L'expression profondeur moyenne **P** signifie que celle-ci ne présente pas une valeur unique, mais peut présenter plusieurs valeurs voisines.

20 Dans le mode de réalisation illustré sur la figure 3, on utilise une implantation à haute énergie, c'est-à-dire effectuée à environ 1 MeV.

A titre d'exemple, avec une telle énergie et en implantant de l'hydrogène monoatomique dans une plaquette de silicium, ceci permet d'obtenir une profondeur d'implantation de 15 μm environ.

25 Des équipements permettant d'obtenir une telle énergie d'implantation existent actuellement. Au Japon par exemple, le *Japan Atomic Energy Research Institute* (JAERI) a développé et utilise un implanteur hydrogène dans des gammes d'énergie de 1 MeV avec la spécificité de retenir un état de charge -1 pour les ions Hydrogène (ions H⁻). Pour le cas de l'Hélium, le document
30 WO 00/61 841 par exemple, utilise une énergie d'implantation de 3,8 MeV.

Les étapes suivantes du procédé, illustrées sur les figures 4 et 5 consistent à effectuer le retrait de la partie arrière 7 de la plaquette 1.

Dans le cas présent, cette partie arrière 7 est d'une épaisseur suffisante pour se présenter sous la forme d'une couche monobloc, c'est à dire
35 formant un tout.

Son retrait ou sa séparation de la partie avant 6 est alors réalisé par application d'un traitement thermique à une température T et/ou par application de contraintes mécaniques extérieures.

5 Plus précisément, cette séparation peut s'effectuer soit uniquement sous l'action de l'apport d'un budget thermique approprié, par chauffage de la plaquette 1 à une température suffisante pour provoquer une séparation (flèches S, voir figure 6) entre les deux parties 6 et 7 de la plaquette, soit uniquement par application de contraintes mécaniques extérieures, sans traitement thermique.

10 Selon une variante, cette séparation peut également être effectuée avec l'aide d'une contrainte mécanique extérieure, appliquée pendant ou après l'étape de traitement thermique.

L'application d'une contrainte mécanique peut consister à exercer une flexion et/ou une traction sur les deux parties 6 et 7 ou à introduire entre elles une lame ou un jet d'eau par exemple. Il peut également s'agir de l'application d'un
15 cisaillement ou d'ultrasons.

Cela peut consister également à diriger un jet de fluide (liquide ou gazeux) continu ou temporellement variable au niveau de l'interface des couches à séparer.

20 Les contraintes mécaniques extérieures peuvent également avoir pour origine une énergie électrique (application d'un champ électrostatique ou électromagnétique).

Les contraintes ayant pour origine une énergie thermique peuvent dériver de l'application d'un champ électromagnétique, d'un faisceau d'électrons, d'un chauffage thermoélectrique, d'un fluide cryogénique, d'un liquide super-
25 refroidi, etc. On peut alors observer au niveau de la zone fragilisée 5 des phénomènes de radiation, convection, conduction, augmentation de la pression dans les microcavités formées, etc.

Selon les paramètres d'implantation (température ...) et/ou selon les modes de séparation (budget thermique, importance des efforts mécaniques mis en jeu, etc.), l'homme du métier adaptera la dose d'implantation. Typiquement, si l'on
30 implante de l'hydrogène monoatomique dans du silicium, à une énergie de 1 MeV, on utilisera des doses d'implantation de quelques 10^{17} atomes d'hydrogène monoatomique. On enlève ainsi une épaisseur de 15 μm .

35 La partie avant 6 ainsi obtenue constitue la couche mince. Cette dernière supporte les composants et/ou les circuits 3. La face arrière 4" de cette couche mince peut dans certains cas être polie (voir figure 6) ou subir divers

traitements de surface appropriés pour devenir absolument plane. Toutefois, la planéité n'est pas obligatoire puisqu'il s'agit justement de la face arrière.

La couche mince 6 ainsi obtenue est d'une épaisseur suffisante pour être auto-portée, elle peut ensuite être découpée et reportée puce par puce, sur une
5 carte de support plastifiée, par exemple. La découpe en puce peut également avoir lieu avant l'amincissement.

Si l'épaisseur enlevée, c'est-à-dire l'épaisseur de la partie arrière 7 est insuffisante, les étapes illustrées sur les figures 3, 4 et 5 sont répétées sur la face
10 arrière 4" de la partie avant 6 (ou couche mince 6), jusqu'à ce que celle-ci présente l'épaisseur désirée.

Une telle couche mince 6 présente une épaisseur comprise entre environ 1 et 40 μm .

Une implantation à très haute énergie, c'est à dire au-delà de 1 MeV (par exemple 5 MeV) pourrait permettre d'augmenter la profondeur P
15 d'implantation des ions et d'enlever une épaisseur de matériau plus importante encore.

Une deuxième variante de réalisation du procédé selon l'invention est illustrée sur les figures 7 à 12.

La figure 9 illustre l'étape d'implantation des espèces gazeuses
20 effectuée sur la face arrière 4' de la plaquette amincie, (voire même directement sur la face arrière 4 de la plaquette 1 non amincie au préalable).

Dans ce cas, l'implantation est effectuée par bombardement ionique à l'aide des implanteurs couramment utilisés actuellement en micro-électronique. L'énergie d'implantation est faible, c'est-à-dire voisine de quelques centaines de
25 KeV.

Pour l'implantation, on se reportera à ce qui a été décrit précédemment pour le premier mode de réalisation.

A titre d'exemple, pour une implantation d'hydrogène monoatomique dans du silicium, à une énergie d'implantation de 210 KeV, avec une dose
30 d'implantation comprise entre $2 \cdot 10^{16}$ et 10^{17} atomes d'hydrogène monoatomique par cm^2 , on peut réaliser une zone de fragilisation 5 à une profondeur d'implantation P d'environ 1,5 à 2 μm .

On applique ensuite un raidisseur 9, sur la face avant 2 de la plaquette 1.

35 Par le terme "application", on entend aussi bien une application par dépôt, telle que par pulvérisation ou par dépôt chimique en phase vapeur (en anglais

CVD pour "chemical vapor deposition"), avantageusement d'une couche d'oxyde de silicium (SiO_2), par exemple, qu'une application "physique" consistant à venir poser une plaque rigide ou un film souple sur ladite face avant 2.

Ces techniques sont connues de l'homme du métier.

5 Dans le cas de la plaque rigide, il peut s'agir d'une plaque de verre ou de silicium mono ou polycristallin.

Dans le cas du film souple, il peut s'agir d'un film de matière plastique ou de polytétrafluoroéthylène connu sous la marque déposée "Teflon", ou d'un ruban adhésif.

10 Le raidisseur peut également être une couche de cire

En fonction de l'utilisation ultérieure envisagée pour ce raidisseur 9, cette application pourra être de nature définitive ou temporaire et le matériau utilisé sera choisi en conséquence.

15 Ainsi, ce raidisseur 9 peut avoir uniquement comme fonction de faciliter temporairement la manipulation de la couche mince obtenue et notamment la découpe des puces.

Il pourra alors être enlevé au cours de la dernière étape du procédé (voir figure 12), voire même après la découpe et l'encartage par un traitement thermique et/ou mécanique permettant d'éliminer la colle le liant à la face
20 supérieure 2 de la plaquette ou par un traitement chimique, connu sous la terminologie anglaise de "lift-off", et consistant à dissoudre la colle par action d'un solvant approprié.

Le raidisseur 9 peut également être maintenu temporairement par collage eutectique ou collage par adhésion moléculaire. Toutefois, dans ce cas, la
25 surface arrière 4' doit présenter un bon état de surface ou être polie.

Au contraire, ce raidisseur 9 peut servir définitivement de substrat support.

Bien que l'utilisation de ce raidisseur 9 sur la face avant du substrat soit décrite uniquement dans le deuxième mode de réalisation du procédé, elle
30 pourrait également être envisagée avec le premier et le troisième mode de réalisation.

Les figures 10 et 11 illustrent l'étape de retrait de la partie arrière 7.

Dans cette gamme d'épaisseur d'implantation peu profonde, la partie
35 arrière 7 n'exfolie pas ou seulement de façon partielle. Elle ne présente pas d'aspect homogène. Il se forme des cloques 10 et la partie arrière 7 se présente plutôt comme une pluralité de copeaux de matière (de miettes).

Cette partie arrière 7 est alors retirée par exemple par brossage 11 (voir figure 11) ou par soufflage d'un jet de fluide, par exemple un jet de liquide sous pression ou un jet de gaz, tel de l'air comprimé. Le brossage 11 utilisé est par exemple un brossage ("scrubber" selon l'équivalent anglo-saxon) tel que ceux
5 utilisés couramment en micro-électronique en association avec des étapes de polissage mécano-chimique (CMP pour "chemical mechanical polishing" selon l'équivalent anglo-saxon). Par brossage, il faut aussi entendre toute autre technique équivalente connue de l'homme du métier permettant d'enlever des particules et autres copeaux de matière, tel qu'un polissage ou utilisation d'une raclette.

10 Les étapes illustrées sur les figures 9, 10 et 11 sont répétées sur la face arrière 4" de la partie 6 jusqu'à l'obtention de la couche mince illustrée en figure 12.

Enfin, les figures 13 à 17 illustrent un troisième mode de réalisation du procédé selon l'invention.

15 L'étape illustrée sur la figure 15 est identique à ce qui vient d'être décrit pour la figure 9.

Dans ce cas, après l'étape d'implantation ionique à basse énergie (figure 15), on dépose sur la face arrière 4' de la plaquette amincie (ou respectivement 4' de la plaquette non amincie), un raidisseur 12.

20 Ce qui a été décrit pour le raidisseur 9 placé sur la face avant 2 s'applique au raidisseur 12 qui ne sera pas décrit davantage.

Les opérations illustrées sur les figures 15, 16 et 17 peuvent être répétées plusieurs fois sur la face arrière 4" de la partie avant 6 (ou couche mince 6), jusqu'à ce que celle-ci présente l'épaisseur désirée telle qu'illustrée sur les figures
25 6 ou 12.

Le procédé d'obtention de couches minces qui vient d'être décrit, quel que soit le mode de réalisation choisi, présente l'avantage d'être réalisé sur des plaquettes standards, couramment utilisées en micro-électronique, sur lesquelles les composants et/ou les circuits électroniques sont disposés à l'aide d'équipements
30 courants. Il n'est donc absolument pas nécessaire de modifier ces étapes préalables de réalisation de la plaquette avant d'effectuer le procédé selon l'invention.

D'une manière plus générale, ce procédé s'applique à tout substrat portant ou destiné à porter des composants électroniques sur sa face avant.

On donnera ci-après onze exemples de réalisation particuliers du
35 procédé selon l'invention.

Exemple 1 :

Une plaquette de silicium monocristallin 1 d'un diamètre de 200 mm et d'une épaisseur de 725 μm , dont la face avant 2 supporte des composants et/ou des circuits électroniques 3, est soumise à une première étape d'amincissement
5 mécanique et/ou chimique. On obtient ainsi une plaquette amincie d'une épaisseur de 50 μm .

On effectue alors sur la face arrière 4', une étape d'implantation ionique d'ions H^+ , à une énergie de 1 MeV, selon une dose d'implantation de $1,8 \cdot 10^{17} \text{ H}^+/\text{cm}^2$. Cette implantation est réalisée à température ambiante. La
10 profondeur moyenne d'implantation P est de 15 μm .

On applique ensuite une contrainte thermique à la plaquette, par chauffage à 400° C ce qui permet de procéder à l'exfoliation de la partie arrière 7 d'une épaisseur d'environ 15 μm .

La couche mince 6 obtenue présente une épaisseur de 35 μm .
15

Exemple 2 :

On procède de façon identique à ce qui vient d'être décrit pour l'exemple 1, sauf que le traitement thermique est effectué à 350°C et que l'on procède au retrait de la partie arrière 7 se présentant sous forme d'un film monobloc
20 continu par arrachement à l'aide d'un ruban adhésif.

La couche mince 6 obtenue présente une épaisseur de 35 μm .

Exemple 3 :

Les étapes d'amincissement préalable et d'implantation sont
25 identiques à ce qui a été décrit pour l'exemple 1, sauf que l'épaisseur de la plaquette 1 après l'amincissement mécanique et/ou chimique est de 40 μm , que l'énergie d'implantation est de 750 keV, que la profondeur moyenne d'implantation P est de 10 μm et que la dose d'implantation est de $1,3 \cdot 10^{17} \text{ H}^+/\text{cm}^2$.

Après traitement thermique à 400°C, la partie avant 6 présente une
30 épaisseur de 30 μm .

On procède ensuite deux fois de suite au cycle consistant à réaliser une implantation dans les conditions mentionnées ci-dessus, puis à un traitement thermique à 400°C. On retire une épaisseur de 10 μm à chaque fois.

En conséquence, la couche mince 6 finale obtenue présente une
35 épaisseur de 10 μm .

Exemple 4 :

Les étapes d'amincissement préalable et d'implantation sont identiques à ce qui a été décrit pour l'exemple 2, sauf qu'avant la première étape d'amincissement mécanique et/ou chimique, on dépose un raidisseur 9 sur la face
 5 avant 2 de la plaquette. Ce raidisseur 9 étant une plaque de silicium collée par une couche d'oxyde de 5 μm d'épaisseur, planarisé avant le collage, ce collage étant effectué par collage direct (connu sous l'expression anglo-saxonne de "wafer bonding").

10 La couche mince 6 obtenue présente une épaisseur de 35 μm .

Exemple 5 :

Les étapes d'amincissement préalable et d'implantation sont identiques à ce qui a été décrit pour l'exemple 1, sauf que l'épaisseur de la plaquette 1 après l'amincissement mécanique et/ou chimique est de 30 μm , que l'énergie
 15 d'implantation est de 200 keV, que la profondeur moyenne d'implantation **P** est de 2 μm , que la dose d'implantation est de $8.10^{16} \text{ H}^+/\text{cm}^2$ et que l'on a déposé une couche d'oxyde de 50 μm avant l'amincissement mécanique et/ou chimique.

Le traitement thermique à 400°C est suivi de l'arrachement de copeaux de 2 μm d'épaisseur à l'aide d'un ruban adhésif.

20 La partie avant 6 obtenue présente une épaisseur de 28 μm .

Ce cycle d'opération est répété quatre fois, jusqu'à obtenir une couche mince 6 d'une épaisseur finale de 20 μm après enlèvement de l'oxyde.

Exemple 6 :

25 Les étapes d'amincissement préalable et d'implantation sont identiques à ce qui a été décrit pour l'exemple 4, sauf que l'épaisseur de la plaquette 1 après l'amincissement mécanique et/ou chimique est de 30 μm , que l'implantation est une implantation plasma, que l'énergie d'implantation est de 50 keV, que la profondeur moyenne d'implantation **P** est de 0,5 μm et que la dose d'implantation
 30 est de $1.10^{17} \text{ H}^+/\text{cm}^2$ et que le traitement thermique est effectué à 400°C.

On procède ensuite au brossage pour retirer la partie arrière 7.

La partie avant 6 obtenue présente une épaisseur de 29,5 μm .

Ce cycle d'opération est répété vingt fois, jusqu'à obtenir une couche mince 6 d'une épaisseur finale de 20 μm après enlèvement de la plaque de silicium
 35 et de l'oxyde.

Exemple 7 :

Les étapes d'amincissement préalable et d'implantation sont identiques à ce qui a été décrit pour l'exemple 1, sauf que l'épaisseur de la plaquette 1 après l'amincissement mécanique et/ou chimique est de 30 μm , que l'énergie d'implantation est de 200 keV, que la profondeur moyenne d'implantation **P** est de 2 μm et que la dose d'implantation est de $1.10^{17} \text{ H}^+/\text{cm}^2$.

En outre, après le traitement thermique qui est réalisé à 300°C seulement, on procède au collage d'un raidisseur constitué d'une plaque de verre sur la face avant 2. Le collage étant effectué à l'aide d'une colle réversible sous les U.V.

La partie avant 6 obtenue présente une épaisseur de 28 μm .

Ce cycle d'opération est répété cinq fois, jusqu'à obtenir une couche mince 6 d'une épaisseur finale de 20 μm après enlèvement du raidisseur avec, si nécessaire, le renouvellement du raidisseur sur la face avant entre chaque cycle. Ainsi, le raidisseur peut être ôté après l'enlèvement de la couche 7 et être remplacé par un autre raidisseur pour le cycle suivant.

Exemple 8 :

Les étapes d'amincissement préalable et d'implantation sont identiques à ce qui a été décrit pour l'exemple 7, sauf que l'épaisseur de la plaquette 1 après l'amincissement mécanique et/ou chimique est de 40 μm , que l'énergie d'implantation est de 750 keV, que la profondeur moyenne d'implantation **P** est de 10 μm et que la dose d'implantation est de $1,3.10^{17} \text{ H}^+/\text{cm}^2$.

En outre, après le traitement thermique qui est réalisé à 300°C, on procède au collage d'un raidisseur constitué d'une plaque de verre sur la face avant 2. Le collage étant effectué à l'aide d'une colle réversible sous les U.V.

Ensuite, on procède au collage d'un raidisseur constitué d'une plaque de verre sur la face arrière. Le collage est effectué à l'aide d'une colle réversible sous les U.V.

On procède alors à l'arrachement mécanique de la partie arrière 7 par introduction entre les deux plaques de verre, au niveau de la zone de fragilisation 5, d'une lame ou d'un jet d'air ou d'eau comprimé.

La partie avant 6 obtenue présente une épaisseur de 30 μm .

Ce cycle d'opération est répété trois fois, jusqu'à obtenir une couche mince 6 d'une épaisseur finale de 10 μm après enlèvement du raidisseur avec, si nécessaire, le renouvellement du raidisseur de la face avant entre chaque cycle.

Exemple 9 :

On procède rigoureusement comme dans l'exemple 7 sauf qu'à la place du raidisseur en face avant, on colle un raidisseur sur la face arrière, sous forme d'une couche de cire et que l'on arrache la partie arrière 7 par un arrachage du type "épilation".

Exemple 10 :

Une plaquette de silicium monocristallin 1 d'un diamètre de 200 mm et d'une épaisseur de 725 μm , dont la face avant 2 supporte des composants et/ou des circuits électroniques 3, est soumise à une première étape d'amincissement mécanique et/ou chimique. On obtient ainsi une plaquette amincie d'une épaisseur de 35 μm .

On effectue alors sur la face arrière 4', une étape d'implantation ionique d'ions H^+ , à une énergie de 750 keV, selon une dose d'implantation de $1,3 \cdot 10^{17} \text{ H}^+/\text{cm}^2$. Cette implantation est réalisée à température ambiante. La profondeur moyenne d'implantation P est de 10 μm .

Avant la première étape d'amincissement mécanique et/ou chimique, on dépose un raidisseur 9 sur la face avant 2 de la plaquette. Ce raidisseur 9 est une plaque de silicium collée par une couche d'oxyde de 5 μm d'épaisseur, planarisé avant le collage, ce collage étant effectué par collage direct (connu sous l'expression anglo-saxonne de "wafer bonding"). Ce raidisseur reste en place jusqu'à la fin du procédé.

On applique ensuite une contrainte thermique à la plaquette, par chauffage à 400° C puis brossage, ce qui permet de procéder à l'exfoliation de la partie arrière 7.

La partie avant 6 obtenue présente une épaisseur de 25 μm .

On répète ensuite l'étape d'implantation précitée, le traitement à 400°C et le brossage. L'épaisseur restante de la partie avant 6 est de 15 μm .

On répète de nouveau l'étape d'implantation précitée, le traitement à 400°C et le brossage. L'épaisseur restante de la partie avant 6 est de 5 μm .

Enfin, on procède à une nouvelle implantation ionique d'ions H^+ , mais à une énergie de 200 keV, selon une dose d'implantation de $8 \cdot 10^{16} \text{ H}^+/\text{cm}^2$ et avec une profondeur moyenne d'implantation P est de 2 μm .

La couche mince 6 finale obtenue présente une épaisseur de 3 μm .

Dans les exemples de mise en œuvre décrits ci-dessus, la plaquette 1 est en silicium, voire silicium sur isolant. Mais, elle peut aussi être réalisée dans d'autres matériaux tels que : un matériau choisi parmi le germanium, un alliage de silicium et de germanium (SiGe), le carbure de silicium, l'arseniure de gallium, le phosphore d'indium, le nitrure de gallium ou le nitrure d'aluminium.

REVENDECATIONS

1. Procédé d'obtention d'une couche mince (6) d'un matériau semi-conducteur, supportant au moins un composant et/ou circuit électronique (3) sur l'une de ses faces, à partir d'une plaquette (1) dudit matériau semi-conducteur, cette plaquette (1) présentant une première face (2), dite "face avant", supportant - ou
5 destinée à supporter - au moins un composant et/ou circuit électronique (3) et une deuxième face opposée (4), dite "face arrière", caractérisé en ce qu'il comprend les étapes consistant à :

a) implanter des espèces atomiques à l'intérieur de ladite plaquette (1), depuis sa face arrière (4, 4'), de façon à obtenir une zone de fragilisation (5) à
10 une profondeur voisine de la profondeur moyenne (P) d'implantation desdites espèces atomiques, cette zone de fragilisation (5) délimitant une partie avant (6) s'étendant de ladite face avant (2) à ladite zone de fragilisation (5) et une partie arrière (7) formée du reste de la plaquette (1),

b) retirer ladite partie arrière (7) de la plaquette (1), la partie avant
15 (6) obtenue constituant ladite couche mince,

c) répéter, si nécessaire, les étapes a) et b) sur la face arrière (4'') de ladite couche mince (6) jusqu'à ce que celle-ci présente l'épaisseur désirée.

2. Procédé d'obtention d'une couche mince selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il consiste avant la toute première étape a) à amincir ladite
20 plaquette (1) par un procédé d'amincissement mécanique et/ou chimique réalisé sur sa face arrière (4).

3. Procédé d'obtention d'une couche mince selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce qu'il consiste à réaliser au moins un composant et/ou circuit électronique (3) sur la face avant (2) de ladite plaquette (1), avant toute étape
25 ultérieure.

4. Procédé d'obtention d'une couche mince selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'étape d'implantation d'espèces atomiques est une implantation d'espèces gazeuses.

5. Procédé d'obtention d'une couche mince selon la revendication 4, caractérisé en ce que l'espèce gazeuse implantée est de l'hydrogène.
30

6. Procédé d'obtention d'une couche mince selon la revendication 1, 3 ou 4, caractérisé en ce que l'implantation d'espèces atomique est effectuée par bombardement ionique.

REVENDICATIONS

1. Procédé d'obtention d'une couche mince (6) auto-portée d'un matériau semi-conducteur, supportant - ou destinée à supporter - au moins un composant et/ou circuit électronique (3) sur l'une de ses faces, à partir d'une plaquette (1) dudit matériau semi-conducteur, cette plaquette (1) présentant une première face (2), dite "face avant", supportant - ou destinée à supporter - au moins un composant et/ou circuit électronique (3) et une deuxième face opposée (4), dite "face arrière", caractérisé en ce qu'il comprend les étapes consistant à :

a) implanter des espèces atomiques à l'intérieur de ladite plaquette (1), depuis sa face arrière (4, 4'), de façon à obtenir une zone de fragilisation (5) à une profondeur voisine de la profondeur moyenne (P) d'implantation desdites espèces atomiques, cette zone de fragilisation (5) délimitant une partie avant (6) s'étendant de ladite face avant (2) à ladite zone de fragilisation (5) et une partie arrière (7) formée du reste de la plaquette (1),

b) retirer ladite partie arrière (7), de la partie avant (6), pour amincir la plaquette (1),

c) répéter, si nécessaire, les étapes a) et b) sur la face arrière (4") de ladite partie avant (6) jusqu'à ce que celle-ci présente l'épaisseur désirée, pour constituer ladite couche mince (6) auto-portée.

2. Procédé d'obtention d'une couche mince selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il consiste avant la toute première étape a) à amincir ladite plaquette (1) par un procédé d'amincissement mécanique et/ou chimique réalisé sur sa face arrière (4).

3. Procédé d'obtention d'une couche mince selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce qu'il consiste à réaliser au moins un composant et/ou circuit électronique (3) sur la face avant (2) de ladite plaquette (1), avant la toute première étape a) d'implantation.

4. Procédé d'obtention d'une couche mince selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'étape d'implantation d'espèces atomiques est une implantation d'espèces gazeuses.

5. Procédé d'obtention d'une couche mince selon la revendication 4, caractérisé en ce que l'espèce gazeuse implantée est de l'hydrogène.

7. Procédé d'obtention d'une couche mince selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite partie arrière (7) se présente sous la forme d'une couche monobloc de matériau.

5 8. Procédé d'obtention d'une couche mince selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite partie arrière (7) se présente sous la forme d'une pluralité de copeaux de matière.

9. Procédé d'obtention d'une couche mince selon la revendication 1, 7 ou 8, caractérisé en ce que l'étape de retrait de la partie arrière (7) est effectuée par application d'un traitement thermique et/ou de contraintes mécaniques extérieures.

10 10. Procédé d'obtention d'une couche mince selon la revendication 8, caractérisé en ce que l'étape de retrait de la partie arrière (7) est effectuée par brossage (11).

11. Procédé d'obtention d'une couche mince selon la revendication 7 ou 8, caractérisé en ce que l'étape de retrait de la partie arrière (7) est effectuée par soufflage d'un jet de fluide.

12. Procédé d'obtention d'une couche mince selon la revendication 7 ou 8, caractérisé en ce que l'étape de retrait de la partie arrière (7) est effectuée par application d'un raidisseur (12) sur la face arrière (4, 4', 4'') de ladite plaquette (1), puis application d'un traitement thermique et/ou de contraintes mécaniques extérieures sur ce raidisseur (12).

13. Procédé d'obtention d'une couche mince selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on applique un raidisseur (9) sur la face avant (2) de ladite plaquette (1).

14. Procédé d'obtention d'une couche mince selon la revendication 13, caractérisé par le fait que l'on applique le raidisseur (9) avant l'étape de retrait de la partie arrière (7).

15. Procédé d'obtention d'une couche mince selon l'une des revendications 12 à 14, caractérisé en ce que le raidisseur (9, 12) est appliqué par dépôt.

16. Procédé d'obtention d'une couche mince selon la revendication 15, caractérisé en ce que le raidisseur (9, 12) est une couche d'oxyde de silicium.

17. Procédé d'obtention d'une couche mince selon l'une des revendications 12 à 14, caractérisé en ce que le raidisseur (9, 12) est une plaque rigide.

6. Procédé d'obtention d'une couche mince selon la revendication 1, 3 ou 4, caractérisé en ce que l'implantation d'espèces atomique est effectuée par bombardement ionique.

5 7. Procédé d'obtention d'une couche mince selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite partie arrière (7) se présente sous la forme d'une couche monobloc de matériau.

8. Procédé d'obtention d'une couche mince selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite partie arrière (7) se présente sous la forme d'une pluralité de copeaux de matière.

10 9. Procédé d'obtention d'une couche mince selon la revendication 1, 7 ou 8, caractérisé en ce que l'étape de retrait de la partie arrière (7) est effectuée par application d'un traitement thermique et/ou de contraintes mécaniques extérieures.

10. Procédé d'obtention d'une couche mince selon la revendication 8, caractérisé en ce que l'étape de retrait de la partie arrière (7) est effectuée par
15 brossage (11).

11. Procédé d'obtention d'une couche mince selon la revendication 7 ou 8, caractérisé en ce que l'étape de retrait de la partie arrière (7) est effectuée par soufflage d'un jet de fluide.

20 12. Procédé d'obtention d'une couche mince selon la revendication 7 ou 8, caractérisé en ce que l'étape de retrait de la partie arrière (7) est effectuée par application d'un raidisseur (12) sur la face arrière (4, 4', 4'') de ladite plaquette (1), puis application d'un traitement thermique et/ou de contraintes mécaniques extérieures sur ce raidisseur (12).

25 13. Procédé d'obtention d'une couche mince selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on applique un raidisseur (9) sur la face avant (2) de ladite plaquette (1).

14. Procédé d'obtention d'une couche mince selon la revendication 13, caractérisé par le fait que l'on applique le raidisseur (9) avant l'étape de retrait de la partie arrière (7).

30 15. Procédé d'obtention d'une couche mince selon l'une des revendications 12 à 14, caractérisé en ce que le raidisseur (9, 12) est appliqué par dépôt.

16. Procédé d'obtention d'une couche mince selon la revendication 15, caractérisé en ce que le raidisseur (9, 12) est une couche d'oxyde de silicium.

18. Procédé d'obtention d'une couche mince selon la revendication 17, caractérisé en ce que la plaque rigide (9, 12) est en silicium monocristallin ou polycristallin.

5 19. Procédé d'obtention d'une couche mince selon la revendication 17, caractérisé en ce que la plaque rigide (9, 12) est en verre.

20. Procédé d'obtention d'une couche mince selon l'une des revendications 12 à 14, caractérisé en ce que le raidisseur (9, 12) est un film souple.

21. Procédé d'obtention d'une couche mince selon l'une des revendications 12 à 14, caractérisé en ce que le raidisseur (9, 12) est un film adhésif.

10 22. Procédé d'obtention d'une couche mince selon l'une des revendications 12 à 14, caractérisé en ce que le raidisseur (9, 12) est une couche de cire.

23. Procédé d'obtention d'une couche mince selon la revendication 13 ou 14, caractérisé en ce que le raidisseur (9) est appliqué sur la face avant (2) de manière définitive.

24. Procédé d'obtention d'une couche mince selon la revendication 13 ou 14, caractérisé en ce que le raidisseur (9) est appliqué sur la face avant (2) de manière provisoire.

20 25. Procédé d'obtention d'une couche mince selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite plaquette (1) est en silicium.

26. Procédé d'obtention d'une couche mince selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite plaquette (1) est une plaquette de silicium sur isolant.

25 27. Procédé d'obtention d'une couche mince selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite plaquette (1) est réalisée dans un matériau choisi parmi le germanium, un alliage de silicium et de germanium (Si-Ge), le carbure de silicium, l'arseniure de gallium, le phosphate d'indium, le nitrure de gallium ou le nitrure d'aluminium.

17. Procédé d'obtention d'une couche mince selon l'une des revendications 12 à 14, caractérisé en ce que le raidisseur (9, 12) est une plaque rigide.

5 18. Procédé d'obtention d'une couche mince selon la revendication 17, caractérisé en ce que la plaque rigide (9, 12) est en silicium monocristallin ou polycristallin.

19. Procédé d'obtention d'une couche mince selon la revendication 17, caractérisé en ce que la plaque rigide (9, 12) est en verre.

10 20. Procédé d'obtention d'une couche mince selon l'une des revendications 12 à 14, caractérisé en ce que le raidisseur (9, 12) est un film souple.

21. Procédé d'obtention d'une couche mince selon l'une des revendications 12 à 14, caractérisé en ce que le raidisseur (9, 12) est un film adhésif.

15 22. Procédé d'obtention d'une couche mince selon l'une des revendications 12 à 14, caractérisé en ce que le raidisseur (9, 12) est une couche de cire.

23. Procédé d'obtention d'une couche mince selon la revendication 13 ou 14, caractérisé en ce que le raidisseur (9) est appliqué sur la face avant (2) de manière provisoire.

20 24. Procédé d'obtention d'une couche mince selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite plaquette (1) est en silicium.

25. Procédé d'obtention d'une couche mince selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite plaquette (1) est une plaquette de silicium sur isolant.

26. Procédé d'obtention d'une couche mince selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite plaquette (1) est réalisée dans un matériau choisi parmi le germanium, un alliage de silicium et de germanium (Si-Ge), le carbure de silicium, l'arseniure de gallium, le phosphate d'indium, le nitrure de gallium ou le nitrure d'aluminium.

1/3

Fig. 1

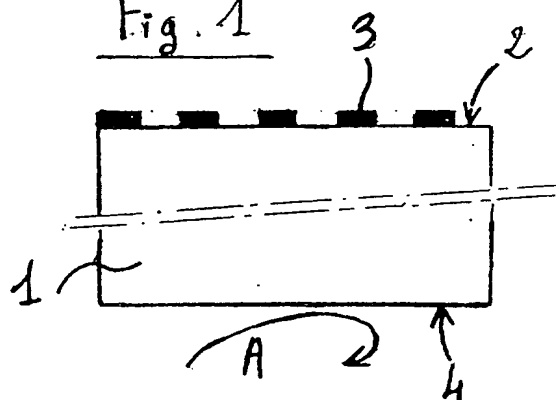


Fig. 2

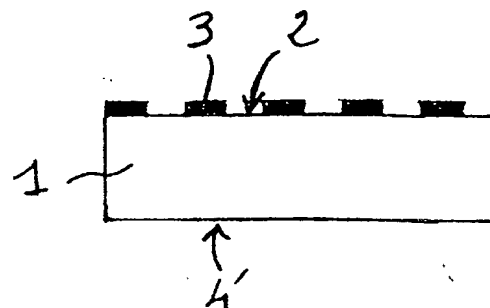


Fig. 3

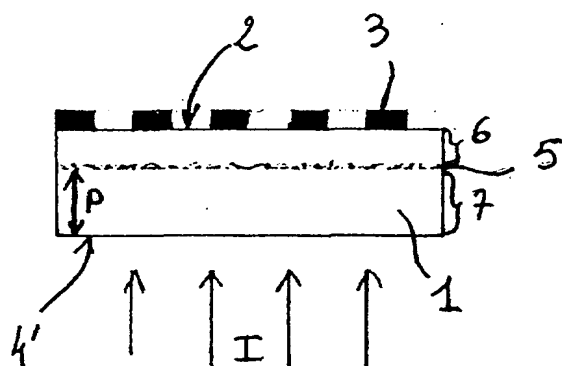


Fig. 4

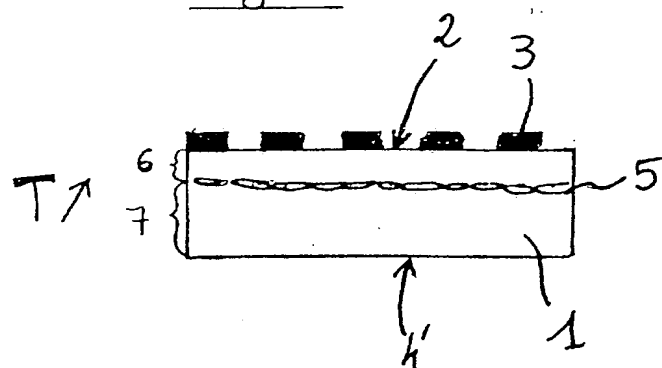


Fig. 5

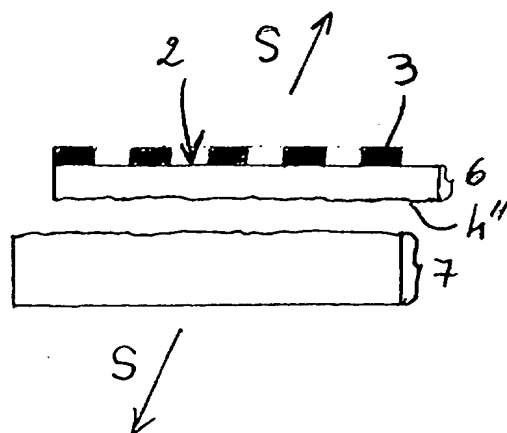
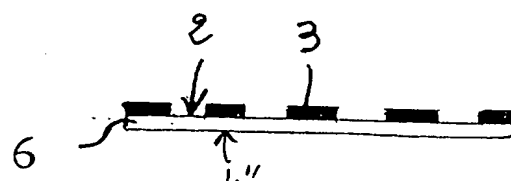


Fig. 6



1 / 3

FIG. 1

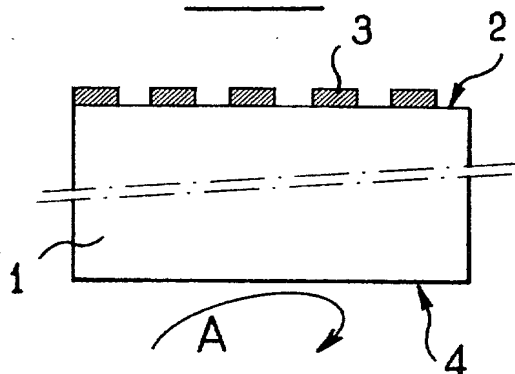


FIG. 2

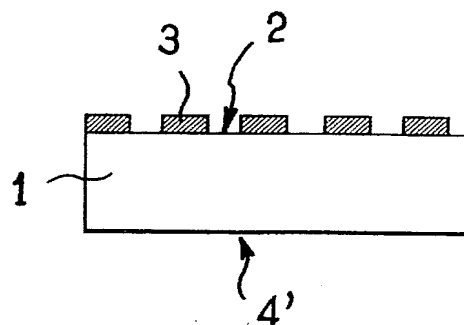


FIG. 3

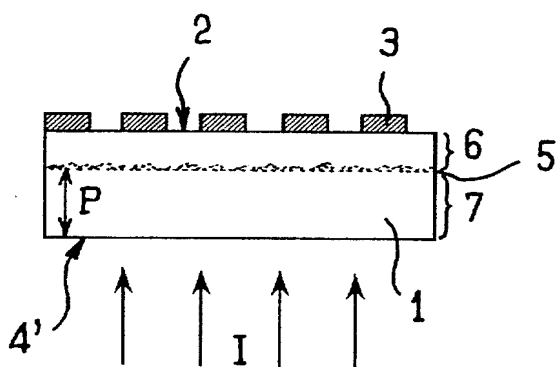


FIG. 4

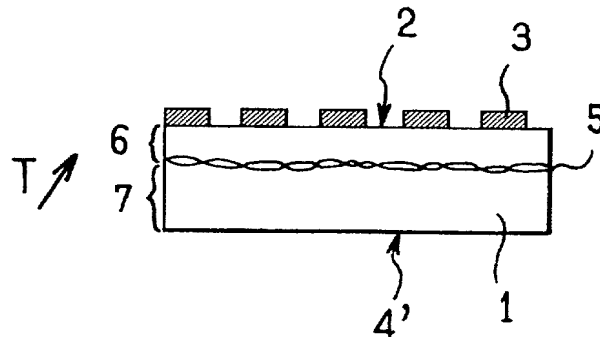


FIG. 5

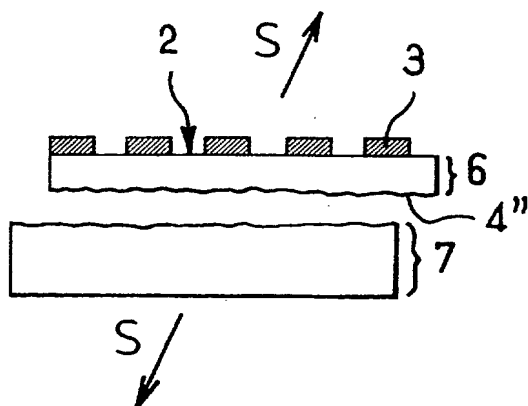
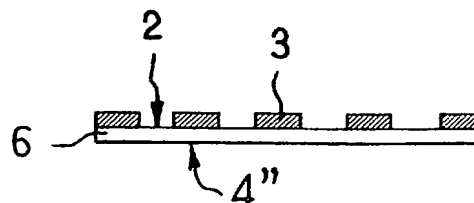
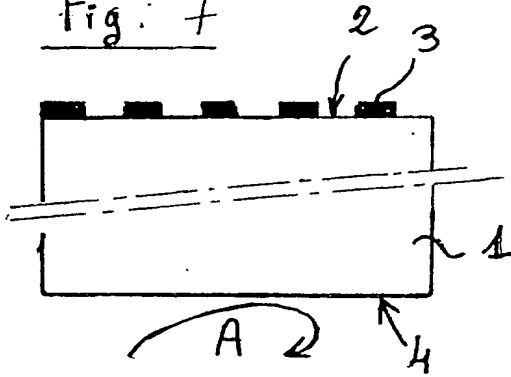
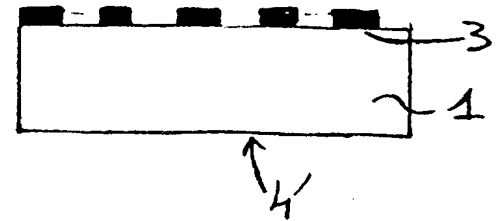
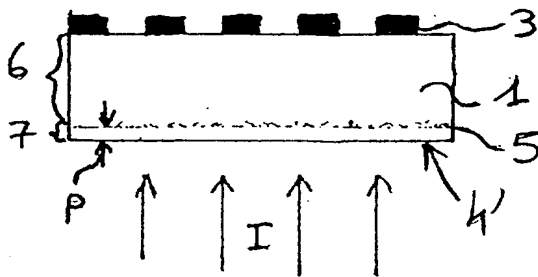
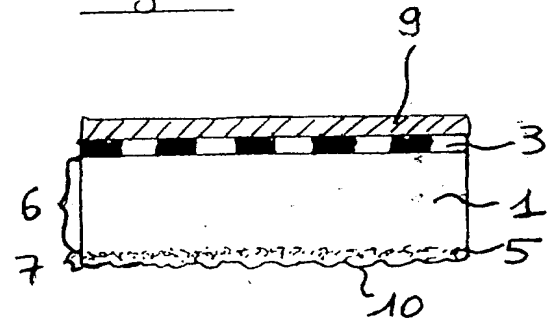
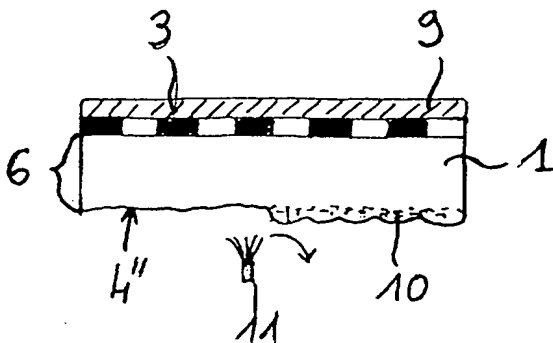
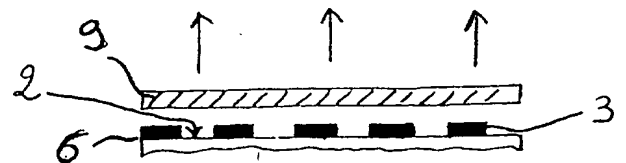


FIG. 6



2/3

Fig. 7Fig. 8Fig. 9Fig. 10Fig. 11Fig. 12

2 / 3

FIG. 7

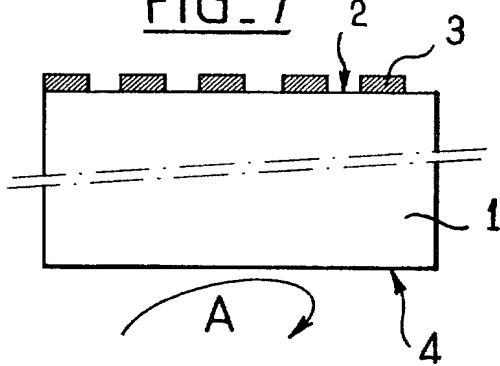


FIG. 8

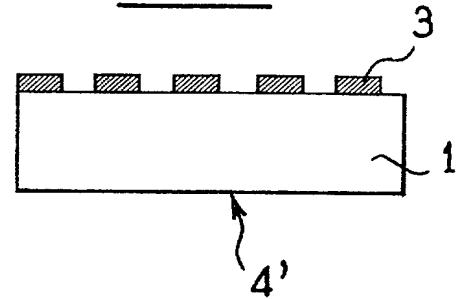


FIG. 9

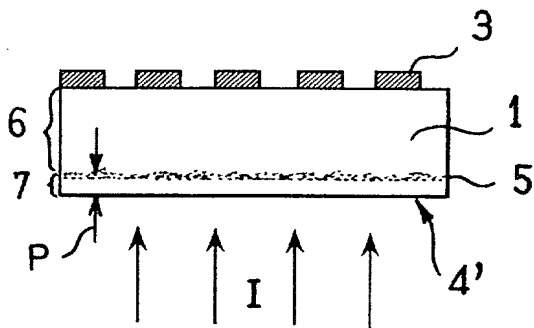


FIG. 10

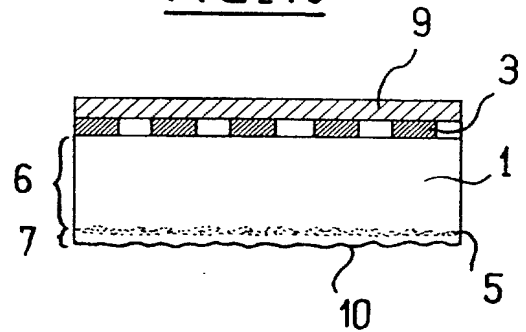


FIG. 11

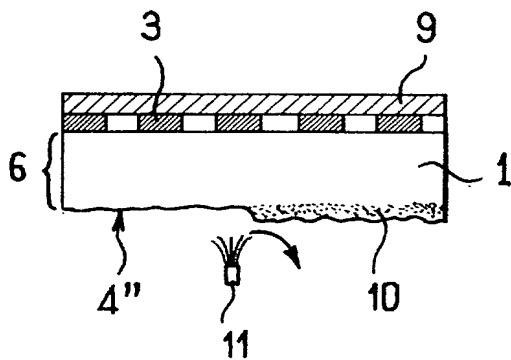
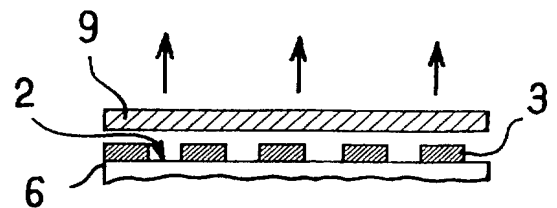


FIG. 12



3/3

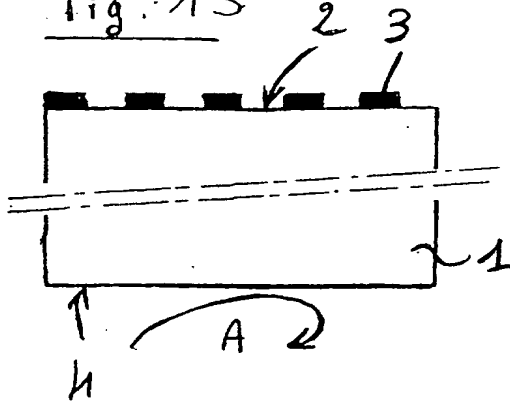
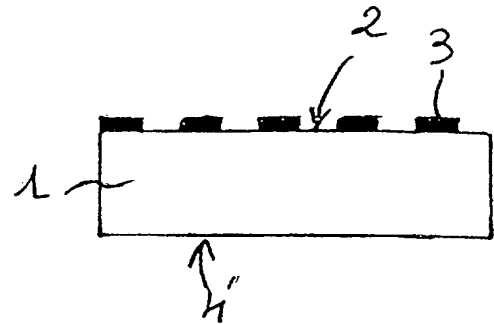
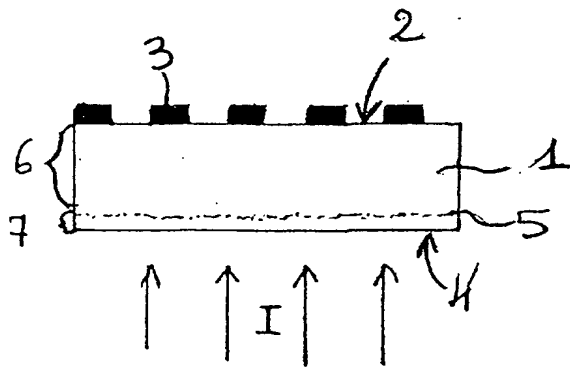
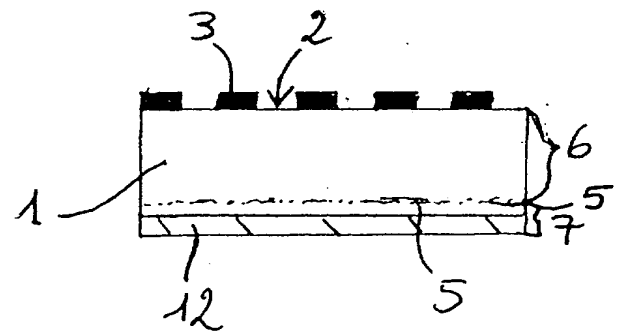
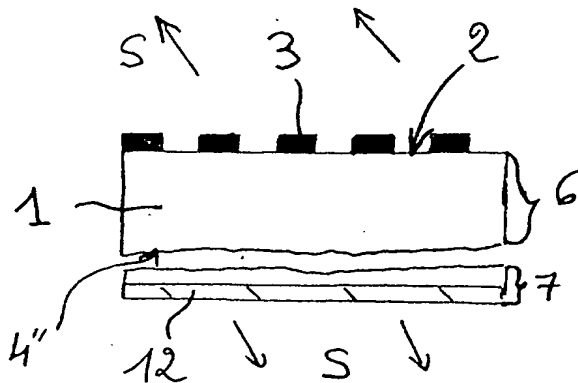
Fig. 13Fig. 14Fig. 15Fig. 16Fig. 17

FIG.13

3 / 3

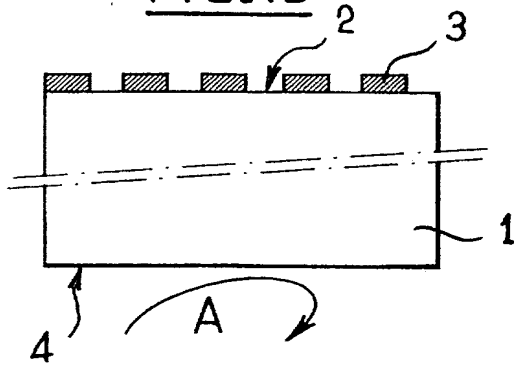


FIG.14

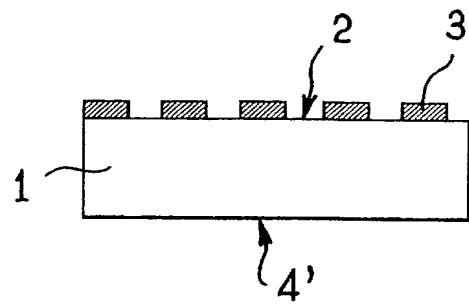


FIG.15

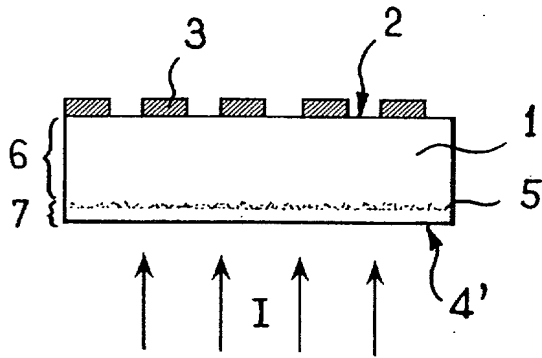


FIG.16

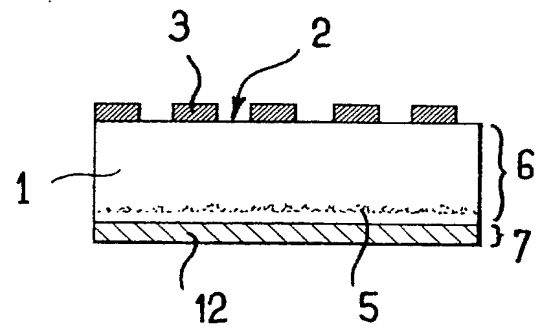
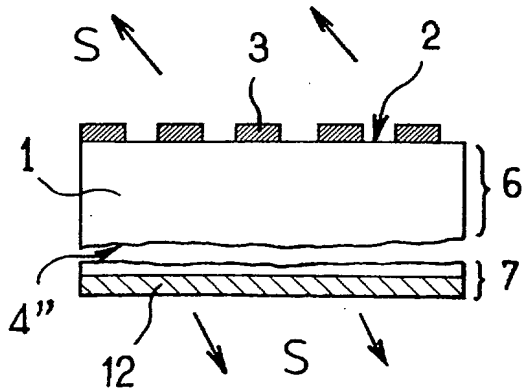


FIG.17



**BREVET D'INVENTION****CERTIFICAT D'UTILITÉ**

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



N° 11 235*02

DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg

75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 1. / 1..

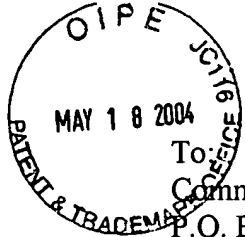
(Si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 W / 260899

Vos références pour ce dossier (facultatif)		239 245/D.19 594 R	
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL		0110813	
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) Procédé d'obtention d'une couche mince d'un matériau semi-conducteur supportant au moins un composant et/ou circuit électronique.			
LE(S) DEMANDEUR(S) : S.O.I.TEC SILICON ON INSULATOR TECHNOLOGIES			
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) : (Indiquez en haut à droite «Page N° 1/1» S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez un formulaire identique et numérotez chaque page en indiquant le nombre total de pages).			
Nom		RAYSSAC	
Prénoms		Olivier	
Adresse	Rue	7, chemin du Chapitre	
	Code postal et ville	38000	GRENOBLE
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom		MAZURE	
Prénoms		Carlos	
Adresse	Rue	357, route de Saint-Pancrasse	
	Code postal et ville	38330	SAINT-NAZAIRE LES EYMES
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom		GHYSELEN	
Prénoms		Bruno	
Adresse	Rue	58, rue Georges Maeder	
	Code postal et ville	38170	SEYSSINET-PARISSET
Société d'appartenance (facultatif)			
DATE ET SIGNATURE(S) DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire) Le 14 août 2001, Jean-Yves BRANGER Mandataire/CPI brevet n° 92-4010			

THIS PAGE BLANK (USPTO)



EXPRESS MAIL LIST

To: Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

The following items listed below are being filed herewith with the USPTO on May 18, 2004

Express Mail No. EV 346 810 997 US		
Attorney Docket No.	Appln. Serial No./ Patent No.	Items - Documents filed on May 18, 2004
4717-13100	10/775,917	Response to Notice to File Missing Parts of Nonprovisional Application; Copy of Notice; Executed Inventors' Declaration (2 pages); Copy of Application; Executed Power of Attorney by Assignee with Copy of Executed Assignment; Submission of Certified Priority Document App. No. FR 0110813

Please acknowledge receipt of these items as received by returning the enclosed postcards with the date of receipt of May 18, 2004

NY:863041.5

THIS PAGE BLANK (USPTO)

THIS PAGE BLANK (USPTO)